

553384

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年12 月23 日 (23.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/112223 A1

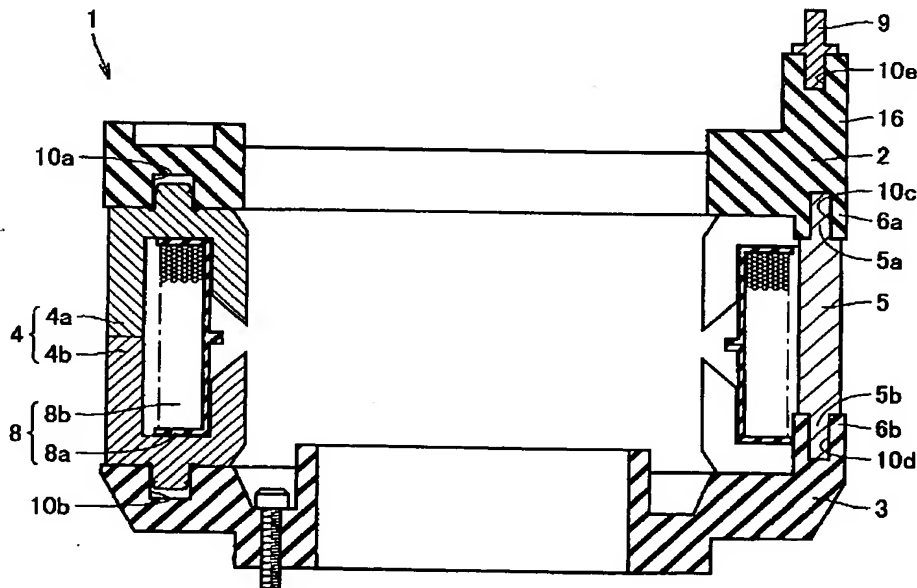
- (51) 国際特許分類⁷: H02K 33/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007960
- (22) 国際出願日: 2004 年6 月8 日 (08.06.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-170885 2003 年6 月16 日 (16.06.2003) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2 2 番2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 上田 和彦 (UEDA, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒6390202 奈良県北葛城郡上牧町桜ヶ丘3-2 7-7 Nara (JP).

- (74) 代理人: 深見 久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町2 丁目1 番2 9 号三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

(54) Title: LINEAR MOTOR AND PROCESS FOR MANUFACTURING THE SAME, LINEAR COMPRESSOR AND STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: リニアモータ装置およびその製造方法、リニア圧縮機ならびにスターリング機関



(57) Abstract: A linear motor (1) comprising an inner yoke, an outer yoke (4), a coil winding body (8) and a movable magnet section, first and second clamp rings (2, 3) for clamping the outer yoke (4), and a spacer (5) for coupling the first and second clamp rings (2, 3) through a specified interval. The movable magnet section drives a piston reciprocating in a cylinder. The first clamping member (2) is provided with a supporting part (16) of a spring for urging the piston and the second clamping member (3) is secured directly or indirectly to the cylinder. A linear compressor and a Stirling engine comprises the linear motor (1), respectively.

[続葉有]

WO 2004/112223 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: リニアモータ装置(1)は、インナーヨーク、アウターヨーク(4)、コイル巻付体(8)および可動マグネット部と、アウターヨーク(4)を挾持する第1と第2クランプリング(2, 3)と、第1と第2クランプリング(2, 3)間を所定間隔で連結するスペーサ(5)とを備える。可動マグネット部は、シリンダ内で往復動するピストンを駆動する。第1挾持部材(2)にピストンを付勢するスプリングの支持部(16)を設け、第2挾持部材(3)をシリンダに直接もしくは間接的に固定する。リニア圧縮機およびスターリング機関は、上記のリニアモータ装置(1)を備える。

明 細 書

リニアモータ装置およびその製造方法、リニア圧縮機ならびにスターリング機関

技術分野

[0001] 本発明は、リニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を有するリニア圧縮機およびスターリング機関に関する。

背景技術

[0002] 従来から、スターリング機関において、ピストンを駆動する駆動手段としてリニアモータ装置が用いられている。該リニアモータ装置の一例が、特開2002-139263号公報に開示されている。

[0003] 上記文献には、シリンダの外周面に設けられる内側ヨークと、内側ヨークを取囲むようにケーシング側に設けられる外側ヨーク組立体と、内側ヨークと外側ヨークとの間隙に配置されピストンに連結される永久磁石とを有し、外側ヨーク組立体が内側ヨークに対して対向配置されるボビン／コイルと、ボビン／コイルをケーシング側および軸線方向側から覆うように設けられる外側ヨークと、外側ヨークを軸線方向から挟み込むように設けられるリング形状の一对の押え部材とを含むリニアモータ装置が記載されている。

特許文献1：特開2002-139263号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、上記文献に記載されたリニアモータ装置は、一对の押え部材間の間隔を定める部材を備えていない。そのため、押え部材が傾くなどして押え部材間の間隔（リニアモータ装置の軸方向寸法）が押え部材の周方向にばらつく可能性がある。このように押え部材間の間隔がばらつくことにより、リニアモータ装置を機器に組込む際に困難となる。また、リニアモータ装置を機器に組込む際にマージンを確保する必要も生じ、機器が大型化してしまうという問題もある。

[0005] さらに、上記のようなリニアモータ装置を組込んだスターリング機関やリニア圧縮機

においては、次のような問題も生じ得る。

- [0006] たとえばピストンとディスプレイサとを有するスターリング機関では、ピストンはリニアモータ装置により直接駆動されるためディスプレイサと比較すると配置位置の誤差の影響は小さいが、ディスプレイサの動作を制御するものが通常はスプリングしかないため、ディスプレイサを付勢するスプリングの取付位置に関する精度は重要となる。このディスプレイサを付勢するスプリングの取付位置精度が低下すると、圧縮空間と膨張空間の双方に影響が及び、結果としてスターリング機関の性能のばらつきが大きくなるという問題が生じる。
- [0007] リニア圧縮機においてもピストンを支持するスプリングをリニアモータ装置における上記の押え部材に取付ける場合がある。この場合には、リニアモータ装置の軸方向寸法のばらつきが、圧縮空間の容積のばらつきの要因となり得る。したがって、リニア圧縮機においても性能のばらつきが大きくなるという問題が生じ得る。
- [0008] この発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、軸方向寸法のばらつきを低減することが可能となるリニアモータ装置およびその製造方法、ならびに性能のばらつきを低減することが可能となるリニア圧縮機およびスターリング機関を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明に係るリニアモータ装置は、インナーヨーク、アウターヨーク、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサとを備える。可動マグネット部は、シリンダ内で往復動するピストンを駆動する。そして、第1挟持部材にピストンを付勢するスプリングの支持部を設け、第2挟持部材をシリンダに直接もしくは間接的に固定する。
- [0010] このように第1と第2挟持部材間にスペーサを設けることにより、第1と第2挟持部材間の間隔を定めることができ、第1と第2挟持部材の周方向における第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。
- [0011] 上記スペーサは、好ましくは、両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部とを有し、第1と第2挟持部材は、好ましくは、スペーサの縮径部を受け入れる凹部と、スペーサの軸方向端面を支持する支持面とを有する第1と第2受け部を有する

。そして、第1と第2挟持部材の周方向に配置されるアウターヨークブロックと隣り合う位置にスペーサを配置することが好ましい。

- [0012] 上記アウターヨークは、前記スペーサの長手方向に分割されたアウターヨークブロックが前記第1と第2挟持部材の周方向に複数配置されて成り、アウターヨークブロックと第1と第2挟持部材とを溶着部を介して接合する。ここで「溶着部」とは、本願明細書では、接合対象の少なくとも一方を溶融させて接合した部分のことを称し、たとえば樹脂材と金属材とを溶着した場合には溶着部は主に樹脂で構成される。
- [0013] 本発明に係るリニアモータ装置の製造方法は、次の各工程を備える。アウターヨークブロックを構成する、第1アウターヨークブロックを第1挟持部材に、第2アウターヨークブロックを第2挟持部材にそれぞれ超音波溶着により固定する。第1と第2アウターヨークブロックを第1と第2挟持部材に固定した状態で超音波溶着により第1と第2挟持部材をスペーサを介して連結する。第1と第2アウターヨークブロックを相互に固定する。上記第1と第2挟持部材は、好ましくは、第1と第2アウターヨークブロック間に間隙を設けた状態で連結される。
- [0014] 上記のようにスペーサを介して第1と第2挟持部材を連結することにより、第1と第2挟持部材の周方向における第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。また、超音波溶着を採用することにより、同時に複数箇所の溶着を行なうことができ、挟持部材へのアウターヨークブロックの固定や、第1と第2挟持部材の連結を効率的に行うことができる。
- [0015] 本発明に係るリニア圧縮機は上述のリニアモータ装置を備える。また、本発明のリニア圧縮機は、ケーシング内に設置されたシリンダと、ピストンと、シリンダの外周部に設置されピストンを駆動するリニアモータ装置と、ピストンを付勢するスプリングとを備えるものであってもよい。この場合、リニアモータ装置は、インナーヨークと、アウターヨークと、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、スプリングを支持する支持部とを有する。そして、第1挟持部材に支持部を設け第2挟持部材をシリンダに取り付ける。なお、第2挟持部材のシリンダへの取り付けは、直接取り付けるものに限定されず他の部材を介在させて間接的に取り付けるものを含む。

[0016] 本発明に係るスターリング機関は、ケーシングに設置されたシリンダと、ピストンおよびディスプレイサと、ピストンをシリンダ内で往復動させるリニアモータ装置と、ディスプレイサを付勢するスプリングとを備える。そして、リニアモータ装置は、インナーヨークと、アウターヨークと、コイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2挟持部材と、第1と第2挟持部材間を所定間隔で連結するスペーサと、スプリングを支持する支持部とを有する。そして、第1挟持部材に支持部を設け第2挟持部材をシリンダに取り付ける。なお、第2挟持部材のシリンダへの取り付けは、直接取り付けるものに限定されず他の部材を介在させて間接的に取り付けるものを含む。

[0017] 上記のようにリニア圧縮機やスターリング機関に組込まれるリニアモータ装置の第1と第2挟持部材間にスペーサを設けることにより、リニアモータ装置の第1と第2挟持部材間の間隔のばらつき及び第1と第2挟持部材の周方向における該第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができる。それにより、ピストンやディスプレイサを付勢するスプリングのシリンダに対する設置位置精度を向上（ばらつきを低減）することができ、リニア圧縮機における圧縮空間の容積のばらつき、スターリング機関における圧縮空間や膨張空間の容積のばらつきを低減することができる。

発明の効果

[0018] 本発明のリニアモータ装置およびその製造方法によれば、第1と第2挟持部材間の間隔のばらつきを低減することができるので、リニアモータ装置の軸方向寸法のばらつきを低減することができる。

[0019] また、本発明のリニア圧縮機においては圧縮空間の容積のばらつきを低減することができ、スターリング機関においては圧縮空間や膨張空間の容積のばらつきを低減することができるので、いずれの場合も性能のばらつきを低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施の形態におけるリニアモータ装置の斜視図である。

[図2]図1に示すリニアモータ装置の要部断面図である。

[図3]図1に示すリニアモータ装置における第1クランプリングの部分断面図である。

[図4]図1に示すリニアモータ装置におけるアウターヨークの断面図である。

[図5]図1に示すリニアモータ装置の分解斜視図である。

[図6]図1に示すリニアモータ装置におけるアウターヨークブロックの斜視図である。

[図7]図1に示すリニアモータ装置における第2クランプリングとアウターヨークブロックとの結合部およびその近傍を示す断面図である。

[図8]図1に示すリニアモータ装置における第1および第2クランプリングとスペーサとの結合部およびその近傍を示す断面図である。

[図9]本発明の1つの実施の形態におけるスターリング冷凍機の断面図である。

[図10]本発明の1つの実施の形態におけるリニア圧縮機の断面図である。

符号の説明

[0021] 1 リニアモータ装置、2 第1クランプリング、3 第2クランプリング、4 アウターヨーク、4a, 4b アウターヨークブロック、5 スペーサ、6a, 6b 受け部、7, 13 溶接部、8 コイル巻付体、8a ボビン、8b コイル、9 支持部材、9a, 9b 縮径部、10a〜10e 凹部、11, 14, 15a, 15b 溶着部、12a, 12b 凸部、16 支持部、20 スターリング冷凍機、21, 41 ケーシング、22, 42 シリンダ、23, 43 ピストン、24 ディスプレーサ、25 再生器、26, 44 圧縮空間、27 膨張空間、28 放熱部、29 吸熱部、30 インナーヨーク、31 永久磁石、32 可動マグネット部、33, 46 ピストンスプリング、34 ディスプレーサスプリング、35 ディスプレーサロッド、36 背圧空間、40 リニア圧縮機、45 ヘッドカバー、47 プレート、48 コイルスプリング、49 支持板。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、図1〜図10を用いて、本発明の実施の形態について説明する。

[0023] 本発明の1つの実施の形態におけるリニアモータ装置は、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体および可動マグネット部と、アウターヨークを挟持する第1と第2クランプリング(第1と第2挟持部材)と、第1と第2クランプリング間を所定間隔で連結するスペーサ(支持部材:連結部材)とを備える。

[0024] 図1に、上記リニアモータ装置1の一例の部分斜視図を示し、図2に、該リニアモータ装置1の断面図を示し、図5に分解斜視図を示す。なお、インナーヨークおよび可

動マグネット部の図示を省略している。また、図3, 4, 6, 7, 8に、図1のリニアモータ装置1の要部拡大図を示す。

- [0025] 図1に示すように、リニアモータ装置1は、環状の第1と第2クランプリング2, 3を有している。第1と第2クランプリング2, 3の材料としては、たとえばポリカーボネートやポリブチレンテレフタレートなどの樹脂、あるいはこれらにガラス繊維を混入したものを使用可能である。なお、スターリング機関に使用する場合には、第1と第2クランプリング2, 3の材料として耐熱性に優れ吸湿量の少ない材料を使用することが好ましい。
- [0026] 上記の第1と第2クランプリング2, 3によりアウターヨーク4が挟持される。第1クランプリング2は、図1ー図3に示すように、たとえばスターリング機関のピストンやディスプレイサと接続されるスプリングを支持する支持部16を有する。該支持部16は、図1ー図3の例では、第1クランプリング2の上面に一体的に設けられた凸部で構成されるが、別部材を第1クランプリング2に組付けて支持部16を設けてもよい。
- [0027] 支持部16の上面には、図2および図3に示すように、凹部10eが形成される。この凹部10eに支持部材9が取付けられる。支持部材9は、たとえばステンレスなどの金属製であり、長手方向の両端に他の部分よりも径を小さくした縮径部(突起部)9a, 9bと、該縮径部9a, 9bの周囲に環状の軸方向端面とを有する。縮径部9bを凹部10e内に嵌め込み、図3に示すように、溶着部11を例えば超音波溶着して支持部材9を支持部16に固着する。なお、縮径部9a, 9bにローレット加工を施すことで、支持部材9の固着強度を向上することができる。
- [0028] 第1と第2クランプリング2, 3間にはスペーサ5が設置される。該スペーサ5は、典型的には第1と第2クランプリング2, 3の周方向に等間隔で複数設けられ、耐熱性を有する材質からなる棒状部材や管状部材で構成することができる。たとえばステンレスなどの金属製の丸棒部材をスペーサ5として採用可能である。
- [0029] 図5の例では、スペーサ5も、支持部材9と同様に、長手方向の両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部(突起部)5a, 5bとを有する。縮径部5a, 5bはスペーサ5に切削加工を施すなどして容易に形成することができ、スペーサ5の軸方向端面を平坦な面とすること、及び該軸方向端面間の間隔(軸方向長さ)のばらつきを小さく抑えることが重要である。

- [0030] 第1と第2クランプリング2, 3は、図1、図2および図8に示すように、スペーサ5の両端の縮径部5a, 5bを受け入れる凸状の受け部6a, 6bを有する。該受け部6a, 6bは、図2および図8に示すように、スペーサ5の縮径部5a, 5bを受け入れる凹部10c, 10dと、該凹部10c, 10dの周囲にスペーサ5の上記軸方向端面を支持する支持面とを有する。該支持面も、平坦な面とすることが重要である。
- [0031] 上記のようにスペーサ5の軸方向端面を平坦な面とし、該端面間の間隔のばらつきを小さく抑え、また第1と第2クランプリング2, 3の受け部6a, 6bにおける支持面をも平坦な面とし、スペーサ5を介して第1と第2クランプリング2, 3間を連結することにより、第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を所定の値にすることができる。
- [0032] 特に、該スペーサ5を、第1と第2クランプリング2, 3の周方向に等間隔で複数設置することにより、第1と第2クランプリング2, 3間を平行かつ所定間隔で連結することができる。なお、本願発明者が図1の構造を実際に作製したところ、図1に示すリニアモータ装置1の高さHのばらつき及び高さHの周方向のばらつきを0.1mm以下に抑制可能となることを確認することができた。
- [0033] このように第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を所定の値にすることができるので、スターリング機関などの機器へのリニアモータ装置1の組込みが容易となり、また機器の大型化をも抑制することができる。
- [0034] 図8に示すように、スペーサ5は、溶着部15a, 15bを例えば超音波溶着して第1と第2クランプリング2, 3に固着される。このように溶着部を介してスペーサとクランプリングとを接合することにより、接着剤でこれらを接合する場合と比較して接合部の経時的な劣化を抑制でき、かつ耐熱性をも向上することができる。
- [0035] なお、超音波溶着可能な第1と第2クランプリング2, 3の材質としては、ポリカーボネートやポリブチレンテレフタレートなどの樹脂、あるいはこれらにガラス繊維を混入したもの以外に、ノリル、ポリアミド(PA)、ポリメチルメタアクリレート(PMMA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)などを使用可能である。また、スペーサ5として金属材料などの融点の高い材料を使用する場合には、縮径部5a, 5bにローレット加工を施すことで、縮径部5a, 5b表面の凹凸に溶融した第1と第2クランプリング2, 3の材料を入り込ませることができ、スペーサ5の固着強度を向上することができる。

- [0036] アウターヨーク4は、スペーサ5の長手方向(リニアモータ装置1の軸方向)に分割された一対のアウターヨークブロックで構成される。図1および図2の例では、第1と第2クランプリング2, 3にそれぞれ保持されたアウターヨークブロック4a, 4bでアウターヨーク4が構成される。
- [0037] アウターヨークブロック4a, 4bは、たとえば複数枚の電磁鋼板を積層して作製する。アウターヨークブロック4aは、図6に示すように、たとえば3箇所の溶接部13(図6において太実線および点線で示したものが溶接部である。)を有している。アウターヨークブロック4bも同様に3箇所の溶接部13を有している。溶接部13は、たとえばレーザ溶接により溶接可能であるが、他の手法で溶接してもよい。
- [0038] 図4および図5に示すように、アウターヨークブロック4a, 4bはともに略U字形状を有しており、凸部12a, 12bをそれぞれ有する。第1と第2クランプリング2, 3は、図2に示すように、アウターヨークブロック4a, 4bの凸部12a, 12bを受け入れる凹部10a, 10bを有しており、アウターヨークブロック4a, 4bの凸部12a, 12bは、該凹部10a, 10b内に嵌め込まれ、アウターヨークブロック4a, 4bの開口端側が対向した状態で第1と第2クランプリング2, 3にそれぞれ保持される。
- [0039] 図7に示すようにアウターヨークブロック4bは溶着部14を介して第2クランプリング3と接合され、アウターヨークブロック4aも溶着部を介して第1クランプリング2と接合される。該溶着部も、たとえば超音波溶着により形成可能である。また、上記の凸部12a, 12bの表面に凹凸を設けることで、アウターヨークブロックとクランプリングとの接合強度を向上することができる。
- [0040] アウターヨークブロック4a, 4bは、これらの間に間隙を局所的に残しながら互いに接続される。アウターヨークブロック4a, 4b間の間隙は、0.2mm以下程度(好ましくは0.1mm程度)としておく。それにより、リニアモータ装置1の磁気特性の低下を回避することができる。
- [0041] アウターヨークブロック4a, 4bは、図1および図4に示すように、溶接部7を介して接続される。図1の例では、アウターヨークブロック4a, 4bの両側端近傍に溶接部7を形成している。該溶接部7は、たとえばレーザ溶接により形成可能である。なお、アウターヨークブロック4a, 4bを互いに結合(固定)できるものであれば、レーザ溶接以外の

任意の手法を採用することができる。

- [0042] 上記のようにアウターヨークブロック4a, 4bを結合することにより、たとえばリニアモータ装置1に交流電流を通電した際にヨーク内を流れる磁束に起因してアウターヨークブロック4a, 4bがそれぞれ振動し、騒音を発生するなどしてリニアモータ装置1の特性が劣化するのを回避することができる。
- [0043] アウターヨークブロック4a, 4bで構成されるアウターヨーク4は、図1に示すように、第1と第2クランプリング2, 3の周方向に間隔をあけて配置されているが、所定のアウターヨーク4と隣り合う位置に上記のスペーサ5を配置する。
- [0044] ここで再び図1と図2を参照して、リニアモータ装置1は、コイル巻付体8を有する。コイル巻付体8は、図2に示すように、ボビン8aと、該ボビン8aに巻き付けられたコイル8bとを有する。図2の例では、コイル巻付体8はアウターヨークブロック4a, 4bで挟持されることでアウターヨーク4に保持されている。
- [0045] なお、図示していないが、本実施の形態のリニアモータ装置1は、上記のアウターヨーク4の内側に、インナーヨークと、該インナーヨークとアウターヨーク4との間に配置された可動マグネット部を備える。インナーヨークは、たとえば内部にピストンを有するシリンダの外周上に配置され、可動マグネット部は、たとえば円筒状の形状を有し、先端に永久磁石を有する。この永久磁石は、インナーヨークとアウターヨーク4間に配置される。
- [0046] 次に、上記の構造を有するリニアモータ装置1の製造方法について説明する。
- [0047] まず、上記のアウターヨークブロック4a, 4bと第1と第2クランプリング2, 3とをそれぞれ作製する。アウターヨークブロック4a, 4bは、電磁鋼板の積層材を加工して作製することができるが、第1と第2クランプリング2, 3は、たとえば射出成形を用いて樹脂により成形可能である。なお、樹脂などの絶縁被膜で覆われた微小鉄粉を金型内で焼成してアウターヨークブロック4a, 4bを作製することも可能である。なお、アウターヨークブロック4a, 4bの凸部12a, 12bの表面には、粗面処理を施すなどして凹凸を設けておく。
- [0048] 他方、上記のスペーサ5および支持部材9も別途作製しておく。これらをステンレスで作製する場合には、ステンレス製の丸棒の両端に切削加工を施して縮径部5a, 5b

を有するスペーサ5および縮径部9a, 9bを有する支持部材9を作製することができる。上記の縮径部5a, 5b, 9bには、ローレット加工を施しておく。また、コイル8bをボビン8aに巻き付けたコイル巻付体8も別途作製しておく。

[0049] 次に、アウターヨークブロック4aの凸部12aを第1クランプリング2の凹部10aに嵌め込み、アウターヨークブロック4bの凸部12bを第2クランプリング3の凹部10bに嵌め込んだ状態で、超音波溶着によりアウターヨークブロック4aと第1クランプリング2およびアウターヨークブロック4bと第1クランプリング3とを結合する。このとき、凸部12a, 12bの表面に上記のように凹凸を設けることにより、アウターヨークブロック4a, 4bを強固に第1と第2クランプリング2, 3に固着することができる。

[0050] 次に、アウターヨークブロック4a, 4b間にコイル巻付体8を挟み込み、スペーサ5の縮径部5a, 5bを第1と第2クランプリング2, 3の凹部10c, 10dにそれぞれ挿入し、支持部材9の縮径部9bを第1クランプリング2の凹部10eに挿入した状態で超音波を印加する。それにより、支持部材9と第1クランプリング2とを超音波溶着するとともに、スペーサ5と、第1および第2クランプリング2, 3とを超音波溶着して第1と第2クランプリング2, 3間を連結することができる。

[0051] この第1と第2クランプリング2, 3の連結の際に、アウターヨークブロック4a, 4b間に0.2mm程度の隙間を確保しておく。それにより、アウターヨークブロック4a, 4bの形状のばらつきや取付け精度に関係なく、スペーサ5によって第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を高精度に定めることができる。

[0052] 次に、アウターヨークブロック4a, 4b間を接続する。たとえば、レーザ溶接によりアウターヨークブロック4a, 4bを溶着することで、アウターヨークブロック4a, 4bを相互に固定することができる。それにより、リニアモータ装置1に通電した際にアウターヨークブロック4a, 4bが振動して騒音を発するなどの不具合を抑制することができ、リニアモータ装置1の特性劣化を抑制することができる。

[0053] その後、上記の第1と第2クランプリング2, 3で挟持された構造体の内側にインナーヨークと可動マグネット部とを配置すればよい。本実施の形態におけるリニアモータ装置1を製造することができる。なお、スターリング機関などの機器にリニアモータ装置1を組込む場合には、上記の構造体の内側にインナーヨークと可動マグネット部とを受

け入れるように上記の構造体を機器に組み込めばよい。

[0054] 次に、本発明の1つの実施の形態におけるスターリング機関について、図9を用いて説明する。なお、以下の説明では、本発明をスターリング機関の一例であるスターリング冷凍機に適用した場合について説明するが、スターリング冷凍機以外のスターリング機関にも本発明は適用可能である。

[0055] 図9に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機20の概略構成を示す。図9に示すように、スターリング冷凍機20は、ケーシング21と、該ケーシング21に設置されたシリンダ22と、シリンダ22内で往復動するピストン23およびディスプレイサ24と、再生器25と、圧縮空間(第1作動空間)26と、膨張空間(第2作動空間)27と、放熱部(ウォームヘッド)28と、吸熱部(コールドヘッド)29と、ピストン駆動手段としての前述のリニアモータ装置1と、ピストン23を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのピストンスプリング(第1スプリング)33と、ディスプレイサ24を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのディスプレイサスプリング(第2スプリング)34と、ディスプレイサロッド35と、背圧空間36とを備える。

[0056] リニアモータ装置1は、シリンダ22の外周部に設置され、インナーヨーク30と、該インナーヨーク30の外側に配置されるアウターヨーク4と、インナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置されたコイル巻付体8および可動マグネット部32と、アウターヨーク4を挟持する第1と第2クランプリング2、3と、第1と第2クランプリング2、3間を所定間隔で連結する上述のスペーサ(図9では図示せず)と、ピストンスプリング33やディスプレイサスプリング34を支持する支持部16とを有する。

[0057] インナーヨーク30は、シリンダ22の外周を取り囲むように設けられ、該インナーヨーク30を取り囲むように円筒状の可動マグネット部32を配置する。可動マグネット部32は、ピストン23と接続され、先端に永久磁石31を有する。該永久磁石31をインナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置する。

[0058] 第1クランプリング2は、ピストンスプリング33およびディスプレイサスプリング34を支持する支持部16を有する。該支持部16に取付けられた支持部材を介してピストンスプリング33が支持部16と接続され、支持部材に取付けられた連結部材を介してディスプレイサスプリング34がピストンスプリング33および支持部16と接続される。上記

以外のリニアモータ装置1の構成については、前述の場合と同様である。尚、ピストンスプリング33を無くしたリニアモータ装置も考えられ、その場合は支持部16に直接ディスプレイサスプリング34が接続される。

[0059] 前述のようにリニアモータ装置1では第1と第2クランプリング2, 3間の間隔を高精度に定めることができるので、該リニアモータ装置1の第2クランプリング3を図2に示すビスでシリンダ22のフランジ面に直接固定(図9の構造ではケーシング21の一部を介して間接的に固定)してスターリング機関に組込んだ際に、リニアモータ装置1の設置面(シリンダ22のフランジ面)からの第1クランプリング2の高さ位置を高精度に設定することができる。それにより、スターリング冷凍機20における圧縮空間26や膨張空間27の容積のばらつきを低減することができ、スターリング冷凍機20の性能のばらつきを低減することができる。

[0060] ケーシング21は、スターリング冷凍機20の外殻(外壁)を構成する部分であり、シリンダ22をはじめとする種々の部品が該ケーシング21内に組付けられる。図9の例では、ケーシング21は、単一の容器で構成されず、背圧空間36を規定するとともにリニアモータ装置1を受け入れるベッセル部分と、放熱部28、再生器25および吸熱部29の外壁部分とで主に構成される。該ケーシング21の内部には、ヘリウムガスや水素ガス、窒素ガスなどの作動媒体が充填される。

[0061] シリンダ22は、略円筒状の形状を有し、該シリンダ22内において、ピストン23とディスプレイサ24とは同軸上に間隔をあけて配置され、このピストン23およびディスプレイサ24によってシリンダ22内の作動空間が圧縮空間26と膨張空間27とに区画される。圧縮空間26は主に放熱部28によって囲まれ、膨張空間27は主に吸熱部29によって囲まれている。

[0062] 圧縮空間26と膨張空間27との間には再生器25が配設されており、この再生器25を介してこれら両空間が連通する。それにより、スターリング冷凍機20内に閉回路が構成される。この閉回路内に封入された作動媒体が、ピストン23およびディスプレイサ24の動作に合わせて流動することにより、逆スターリングサイクルが実現する。

[0063] ピストン23の一端はピストンスプリング33と接続される。該ピストンスプリング33とリニアモータ装置1により、シリンダ22内でピストン23を所望の振幅で周期的に往復動

させることが可能となる。

[0064] 次に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機20の動作について説明する。

[0065] まず、リニアモータ装置1を作動させてピストン23を駆動する。リニアモータ装置1によって駆動されたピストン23は、ディスプレイサ24に接近し、圧縮空間26内の作動媒体(作動ガス)を圧縮する。

[0066] ピストン23がディスプレイサ24に接近することにより、圧縮空間26内の作動媒体の温度は上昇するが、放熱部28によってこの圧縮空間26内に発生した熱が外部へと放出される。そのため、圧縮空間26内の作動媒体の温度はほぼ等温に維持される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルにおける等温圧縮過程に相当する。

[0067] ピストン23がディスプレイサ24に接近した後にディスプレイサ24は吸熱部29側に移動する。ピストン23によって圧縮空間26内において圧縮された作動媒体は再生器25内に流入し、さらに膨張空間27へと流れ込む。その際、作動媒体の持つ熱が再生器25に蓄熱される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容冷却過程に相当する。

[0068] 膨張空間27内に流入した高圧の作動媒体は、ディスプレイサ24がピストン23側へ移動することにより膨張する。これにより、膨張空間27内の作動媒体の温度は下降するが、吸熱部29によって外部の熱が膨張空間27内へと伝熱されるため、膨張空間27内はほぼ等温に保たれる。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等温膨張過程に相当する。

[0069] その後、ディスプレイサ24がピストン23から遠ざかる方向に移動し始める。それにより、膨張空間27内の作動媒体は再生器25を通過して再び圧縮空間26側へと戻る。その際、再生器25に蓄熱されていた熱が作動媒体に与えられるため、作動媒体は昇温する。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容加熱過程に相当する。

[0070] この一連の過程(等温圧縮過程—等容冷却過程—等温膨張過程—等容加熱過程)が繰り返されることにより、逆スターリングサイクルが構成される。この結果、吸熱部29は徐々に低温になり、極低温を有するに至る。

[0071] 次に、本発明の1つの実施の形態におけるリニア圧縮機について図10を用いて説

明する。

- [0072] 図10に示すように、リニア圧縮機40は、ケーシング41内に設置されたシリンダ42と、該シリンダ42内で往復動するピストン43と、シリンダ42の外周部に設置されピストン43を駆動する上述のリニアモータ装置1と、ピストン42を付勢するピストンスプリング(板バネ)46と、シリンダを支持する支持機構部とを備える。
- [0073] リニアモータ装置1は、シリンダ42の外周部に設置されたインナーヨーク30と、該インナーヨーク30の外側に配置されるアウターヨーク4と、インナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置されたコイル巻付体8および可動マグネット部32と、アウターヨーク4を挟持する第1と第2クランプリング2, 3と、第1と第2クランプリング2, 3間を所定間隔で連結する上述のスペーサと、ピストンスプリング46を支持する支持部16とを有する。
- [0074] インナーヨーク30は、シリンダ42の外周を取り囲むように設けられ、該インナーヨーク30を取り囲むように円筒状の可動マグネット部32を配置する。可動マグネット部32は、ピストン43と接続され、先端に永久磁石31を有する。該永久磁石31をインナーヨーク30とアウターヨーク4との間に配置する。
- [0075] 第1クランプリング2は、ピストンスプリング46を支持する支持部16を有する。該支持部16に取付けられた支持部材を介してピストンスプリング46が支持部16と接続される。上記以外のリニアモータ装置1の構成については、前述の場合と同様である。
- [0076] 本実施の形態におけるリニア圧縮機40の場合も、リニアモータ装置1をリニア圧縮機40に組込んだ際に、リニアモータ装置1の設置面(シリンダ42のフランジ面)からの第1クランプリング2の高さ位置を高精度に設定することができるので、圧縮空間44の容積のばらつきを低減することができ、リニア圧縮機40の性能のばらつきを低減することができる。
- [0077] シリンダ42は、ケーシング41内で支持機構部により支持されるが、該支持機構部は、図10の例では、ケーシング41の内部に固定される支持板49と、該支持板49上に搭載されシリンダ42を支持するコイルスプリング48とで構成される。
- [0078] また、シリンダ42の一端側にプレート47を介してヘッドカバー45を固定する。該ヘッドカバー45とピストン43の頭部との間に冷媒が圧縮される圧縮空間44が形成され

る。

[0079] 次に、上記の構造のリニア圧縮機の動作について説明する。まず、コイル巻付体8のコイルに通電すると、可動マグネット部32の永久磁石31との間に推力が発生し、この推力により可動マグネット部32がシリンダ42の軸方向に沿って移動する。このとき可動マグネット部32はピストン43と接続されているので、可動マグネット部32とともにピストン43も、シリンダ42の軸方向に移動する。

[0080] 冷媒は、図示しない吸入管からケーシング41内に導入され、ヘッドカバー45およびプレート47内の通路を通過して圧縮空間44内に入る。この圧縮空間44内で、冷媒はピストン43により圧縮され、その後、図示しない吐出管を通して外部に吐出される。

[0081] 以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0082] 本発明は、リニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を有するリニア圧縮機およびスターリング機関に有効に適用され得る。

請求の範囲

- [1] インナーヨーク(30)と、
前記インナーヨーク(30)の外側に配置されるアウターヨーク(4)と、
前記インナーヨーク(30)と前記アウターヨーク(4)との間に配置されたコイル巻付体(8)およびシリンダ(42)内で往復動するピストン(43)を駆動する可動マグネット部(32)と、
前記アウターヨーク(4)を挟持する第1と第2挟持部材(2, 3)と、
前記第1と第2挟持部材(2, 3)間を所定間隔で連結するスペーサ(5)とを備え、
前記第1挟持部材(2)に前記ピストン(43)を付勢するスプリング(46)の支持部(16)を設け、
前記第2挟持部材(3)を前記シリンダ(42)に直接もしくは間接的に固定した、リニアモータ装置。
- [2] 前記スペーサ(5)は、両端に軸方向端面と該軸方向端面から突出する縮径部(9a、9b)とを有し、
前記第1と第2挟持部材(2, 3)は、前記スペーサ(5)の縮径部(9a、9b)を受け入れる凹部(10a～10d)と、前記スペーサ(5)の前記軸方向端面を支持する支持面とを有する第1と第2受け部(6a、6b)を有する、請求項1に記載のリニアモータ装置。
- [3] 前記アウターヨーク(4)は、前記スペーサ(5)の長手方向に分割されたアウターヨークブロック(4a、4b)が前記第1と第2挟持部材(2, 3)の周方向に複数配置されて成り、
前記アウターヨークブロック(4a、4b)と前記第1と第2挟持部材(2, 3)とを溶着部を介して接合した、請求項1に記載のリニアモータ装置。
- [4] 第1アウターヨークブロック(4a)を第1挟持部材(2)に、第2アウターヨークブロック(4b)を第2挟持部材(3)にそれぞれ超音波溶着により固定する工程と、
前記第1と第2アウターヨークブロック(4a、4b)を前記第1と第2挟持部材(2, 3)に固定した状態で、超音波溶着により前記第1と第2挟持部材(2, 3)をスペーサ(5)を介して連結する工程と、
前記第1と第2アウターヨークブロック(4a、4b)を相互に固定する工程と、

を備えたリニアモータ装置の製造方法。

- [5] 前記第1と第2挟持部材(2, 3)は、前記第1と第2アウターヨークブロック(4a, 4b)間に間隙を設けた状態で連結される、請求項4に記載のリニアモータ装置の製造方法。

- [6] 請求項1に記載のリニアモータ装置を備えたリニア圧縮機。

- [7] ケーシング(41)内に設置されたシリンダ(42)と、
前記シリンダ(42)内で往復動するピストン(43)と、
前記シリンダ(42)の外周部に設置され、前記ピストン(43)を駆動するリニアモータ装置(1)と、

前記ピストン(43)を付勢するスプリング(46)とを備え、

前記リニアモータ装置(1)は、インナーヨーク(30)と、前記インナーヨーク(30)の外側に配置されるアウターヨーク(4)と、前記インナーヨーク(30)と前記アウターヨーク(4)との間に配置されたコイル巻付体(8)および可動マグネット部(32)と、前記アウターヨーク(4)を挟持する第1と第2挟持部材(2, 3)と、前記第1と第2挟持部材(2, 3)間を所定間隔で連結するスペーサ(5)と、前記スプリング(46)を支持する支持部(16)とを有し、前記第1挟持部材(2)に前記支持部(16)を設け前記第2挟持部材(3)を前記シリンダ(42)に取り付けたリニア圧縮機。

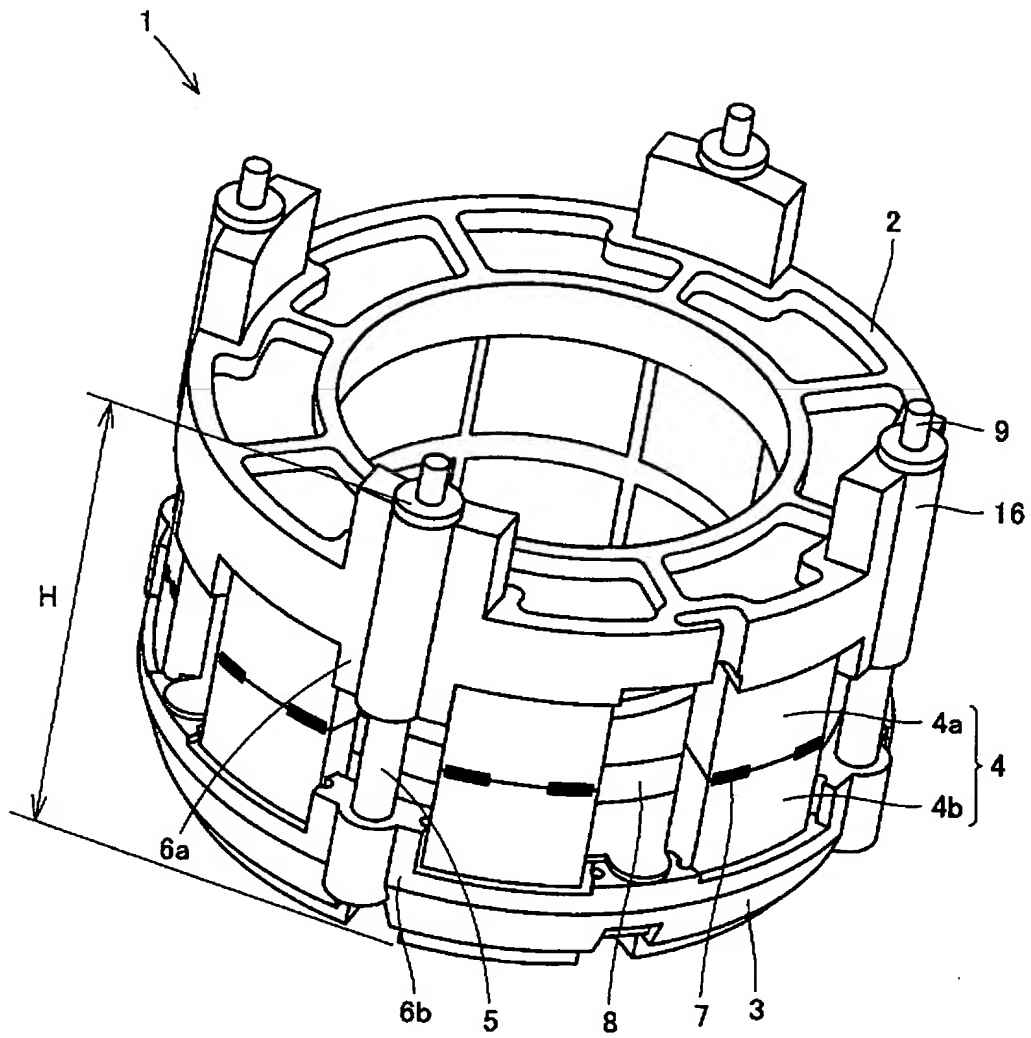
- [8] ケーシング(21)に設置されたシリンダ(22)と、
前記シリンダ(22)内で往復動するピストン(23)およびディスプレイサ(24)と、
前記シリンダ(22)の外周部に設置され、前記ピストン(23)を前記シリンダ(22)内で往復動させるリニアモータ装置(1)と、

ディスプレイサ(24)を付勢するスプリング(34)とを備え、

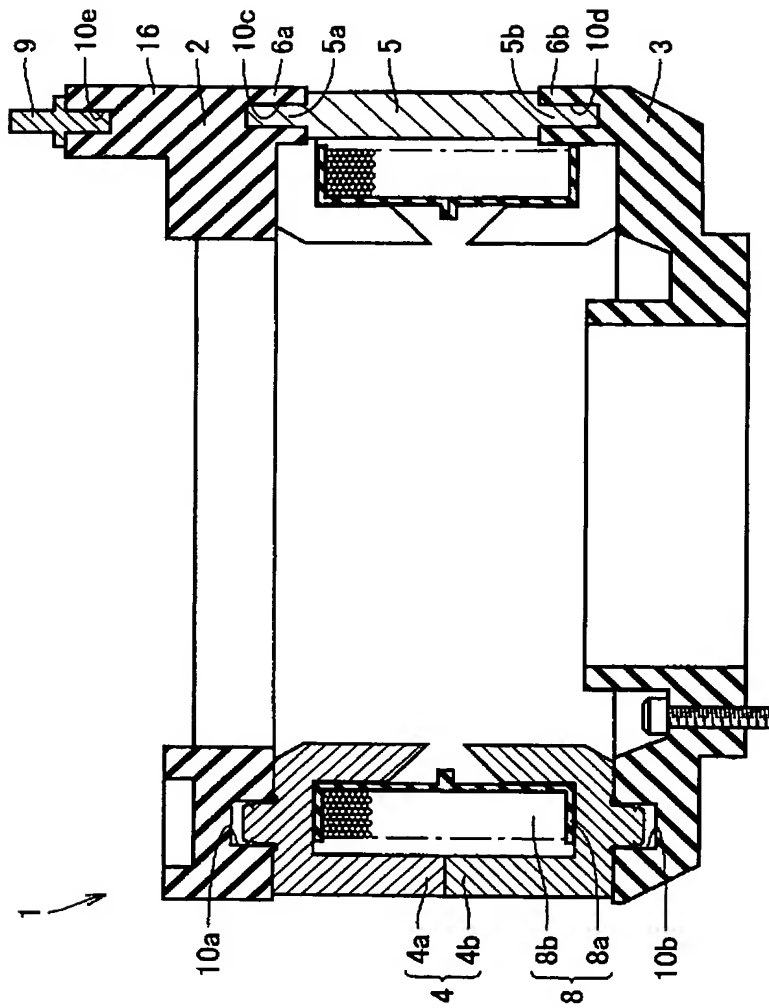
前記リニアモータ装置(1)は、インナーヨーク(30)と、前記インナーヨーク(30)の外側に配置されるアウターヨーク(4)と、前記インナーヨーク(30)と前記アウターヨーク(4)との間に配置されたコイル巻付体(8)および可動マグネット部(32)と、前記アウターヨーク(4)を挟持する第1と第2挟持部材(2, 3)と、前記第1と第2挟持部材(2, 3)間を所定間隔で連結するスペーサ(5)と、前記スプリング(34)を支持する支持部(16)とを有し、前記第1挟持部材(2)に前記支持部(16)を設け前記第2挟持部材(

3)を前記シリンダ(22)に取り付けた、スターリング機関。

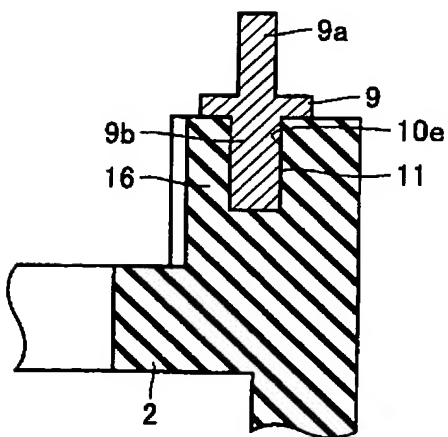
[図1]



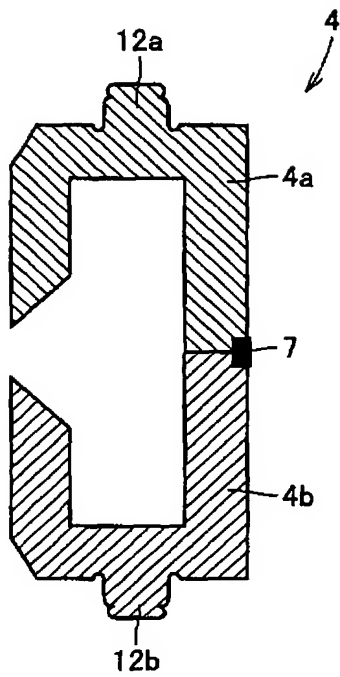
[図2]



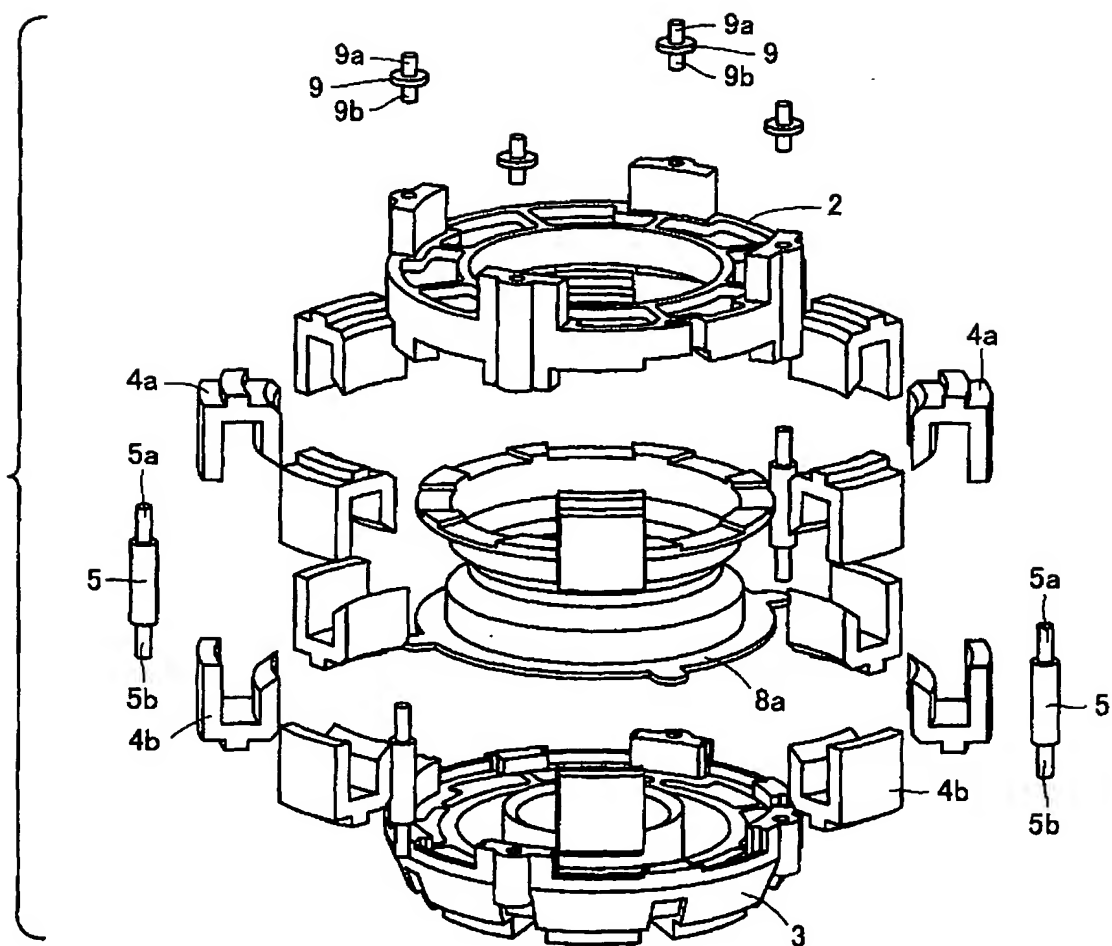
[図3]



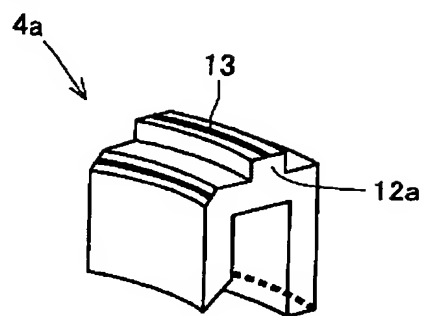
[図4]



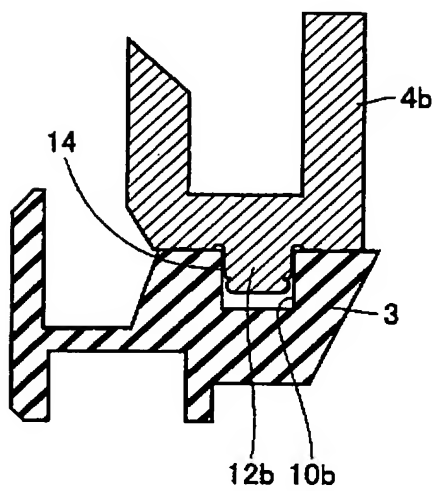
[図5]



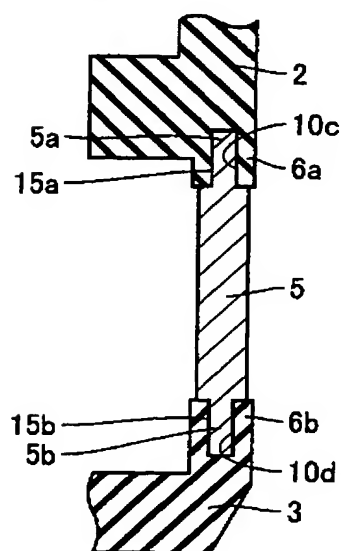
[図6]



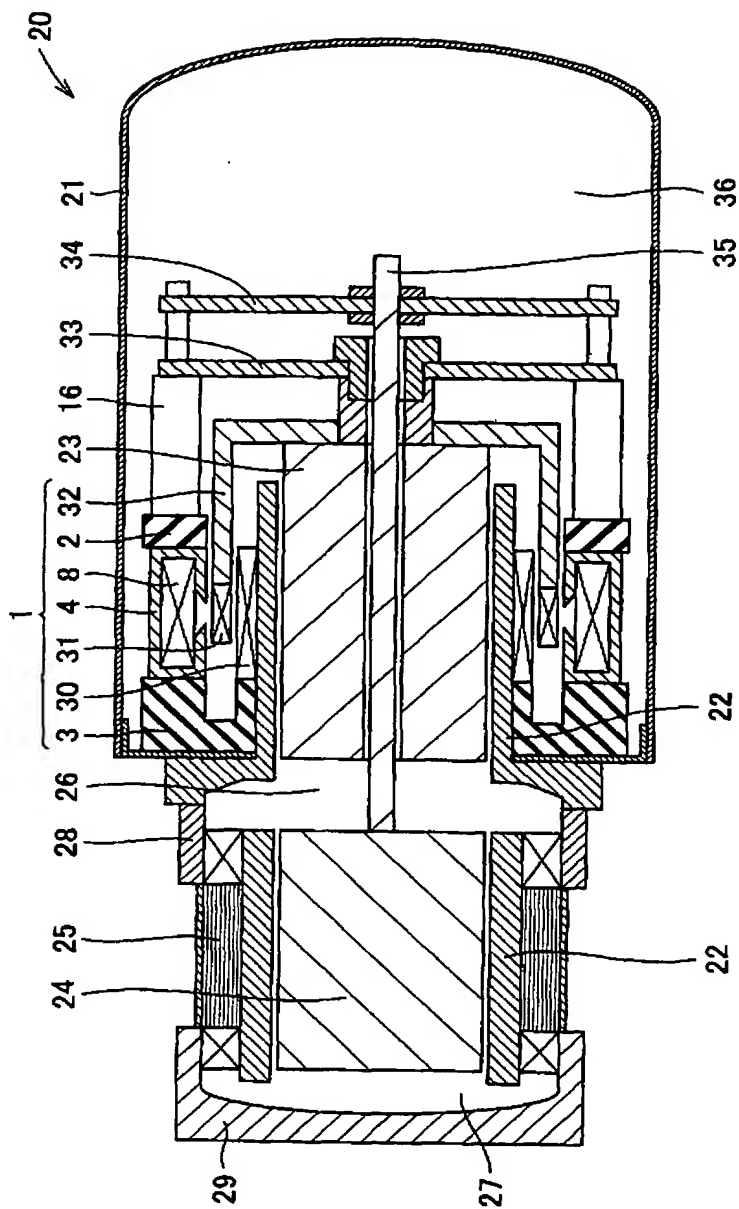
[図7]



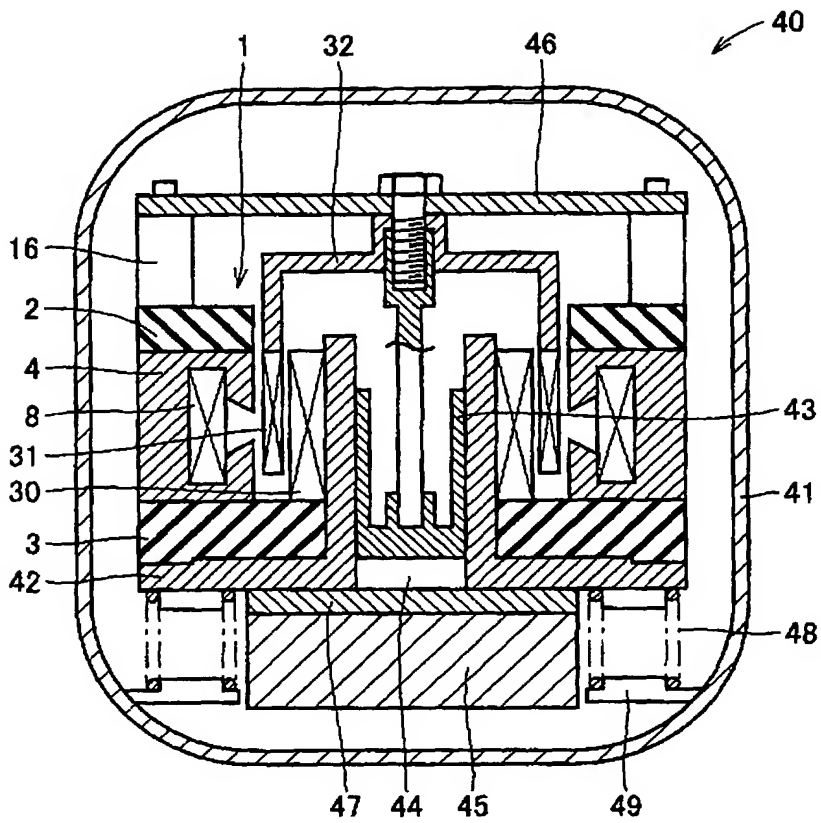
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H02K33/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H02K33/02Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-139428 A (Sharp Corp.), 14 May, 2003 (14.05.03), (Family: none)	1-8
Y	JP 2002-139263 A (Sharp Corp.), 17 May, 2002 (17.05.02), & WO 2002/037036 A1 & EP 1347252 A1 & BR 115111 A	1-8
Y	JP 6-303755 A (Foster Electric Co., Ltd.), 28 October, 1994 (28.10.94), (Family: none)	1-8
A	JP 2000-146748 A (Kabushiki Kaisha Shinken), 26 May, 2000 (26.05.00), (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 August, 2004 (02.08.04)Date of mailing of the international search report
17 August, 2004 (17.08.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K33/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K33/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-139428 A (シャープ株式会社) 14. 05. 2003 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2002-139263 A (シャープ株式会社) 17. 05. 2002 & WO 2002/037036 A1 & EP 1347252 A1 & BR 115111 A	1-8
Y	JP 6-303755 A (フォスター電機株式会社) 28. 10. 1994 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2000-146748 A (株式会社振研) 26. 05. 2000 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 08. 2004

国際調査報告の発送日

17. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 川端 修

3V

8718

電話番号 03-3581-1101 内線 3356